Bonn. zool. Beitr.	Jg. 38	H. 2	S. 95—105	Bonn, Juli 1987

Schmelzbandbreiten an Molaren von Schermäusen (*Arvicola* Lacépède, 1799)

Ursula Röttger

Abstract. The width of the molar enamel bands was determined in 15 populations of *Arvicola* with regard to its geographic and interspecific variation. The enamel band width was taken at two defined measuring points on M^3 and M_1; the values were then standardized to a skull length of 35 mm Cbl. Results show that in *Arvicola terrestris* the values for the enamel band width on the luff side (facing the chewing direction) decrease from western Europe to Iran, and that the values for the lee side increase in the same direction. Accordingly the quotient of the lee and luff side values of the enamel band width on M_1 increases from western Europe to Iran. This quotient has formerly been taken as a character to distinguish between the Pleistocene *Arvicola cantiana* and its recent successor *A. terrestris* in central Europe. However, values formerly regarded as typical for *cantiana* were also found in recent *A. terrestris* from Asia. *Arvicola sapidus* also corresponds to *A. cantiana* and to Asian *A. terrestris* with regard to the enamel band width, but is otherwhise well distinguished.

Key words. Mammalia, Rodentia, *Arvicola*, molar enamel band width, geographic variation, interspecific variation, Europe, Asia.

Einleitung

In verschiedenen Evolutionsreihen von Wühlmäusen ist eine zunehmende Differenzierung des Schmelzes der Molaren zu beobachten. Neben unterschiedlicher Struktur äußert sich dies oft auch in unterschiedlicher Dicke, die der Lage zur Kaurichtung angepaßt ist. So ist bei Schermäusen (*Arvicola*) im mittleren Pleistozän der Schmelz leeseitig breiter als luvseitig, wogegen nach bisheriger Kenntnis das Umgekehrte für rezente Schermäuse galt (von Koenigswald 1980; Heinrich 1978). In Luv liegen die Vorderkanten, in Lee die Hinterkanten der Dentindreiecke, auf die Kaurichtung bezogen (Abb. 2). Nach Heinrich (1978) hat sich das Breitenverhältnis vom Schmelz beider Seiten allmählich geändert. Er benutzt es zur Abgrenzung von *A. cantiana* gegenüber ihrer Folgeart *A. terrestris.*

Nun hat Kratochvíl (1981) darauf hingewiesen, daß in einer Schweizer Population von *A. terrestris* ähnliche Breitenverhältnisse im Schmelz vorliegen wie bei der fossilen *A. cantiana.* Diese Beobachtung war Anlaß zur vorliegenden Arbeit, in der systematisch in verschiedenen Populationen und beiden rezenten Arten von *Arvicola* das Breitenverhältnis zwischen Luv- und Leeseite der Molaren bestimmt werden soll, um die Frage zu klären, ob es sich bei den rezenten Formen um ein konstantes, oder zwischen Arten und Populationen variables Merkmal handelt. Dabei ist auch zu prüfen, wie weit das Alter, der Ökotyp und die innerhalb *Arvicola* sehr variable Gesamtgröße die Schmelzbandbreiten beeinflussen.

Der vorliegende Artikel stellt die gekürzte Form einer Dissertation (Röttger 1986) dar, der detailliertere Angaben entnommen werden können.

Tabelle 1: Herkunft, Unterart, Stichprobenumfang (n) und Condylobasallänge ($\bar{x}$ = Mittelwerte in Millimetern) der untersuchten *Arvicola*. Die Unterart-Namen sind den Sammlungsetiketten entnommen oder, falls Sammlungsangaben fehlten, an der Verteilung der Typus-Fundorte orientiert (Reichstein 1982). * = Unterartzuordnung zu *scherman* oder *exitus* unsicher.

Herkunft	Unterart	n	$\bar{x}$
A. terrestris			
Großbritannien (Shropshire)	*amphibius*	19	39,3
Norddeutschland (Jork, Glückstadt)	*terrestris*	35	35,0
Westdeutschland (Bonn)	*scherman*	54	32,6
Westdeutschland (Trier)	*scherman*	11	32,4
Ostfrankreich (Sombacour)	*scherman* *	16	33,2
Schweiz (Interlaken)	*exitus* *	33	33,1
Liechtenstein	*exitus*	8	31,0
Ungarn (Fehétrô)	*scherman*	4	34,1
Norditalien (Turin)	*italicus*	13	38,2
Süditalien (Camigliatello)	*musignani*	7	32,6
Türkei (Tatvan)	*persicus*	5	35,4
Persien	*persicus*	3	36,6
Nordspanien (Reinosa)	*monticola*	12	33,1
A. sapidus			
Westspanien (Salamanca)	*sapidus*	31	40,9
Nordspanien (Villarréal de Alava)	*sapidus*	4	39,0

Material und Methoden

Der Untersuchung liegen 206 Schädel aus Sammlungen[1]) sowie 49 Ober- und 102 Unterkiefer aus Gewöllfunden zugrunde, die aus 13 Populationen von *Arvicola terrestris* und zwei Fundorten von *A. sapidus* stammen (Tab. 1). Die Lage der Orte ergibt sich aus Abb. 1.

Gemessen wurden die Condylobasallänge, bei Gewöllematerial auch die Mandibellänge, zur Schätzung des Lebensalters (Reichstein 1982); Meßweise wie in Niethammer & Krapp (1978). Die Schmelzbandbreite wurde auf der Luv- und Leeseite am oberen rechten dritten (M^3) und unteren linken ersten Molaren (M_1) an den durch Abb. 2 definierten Stellen bestimmt. Zur Vermessung der Schmelzbandbreiten wurde eine Meßstrichplatte im Okular eines Stereomikroskops mit 40facher Vergrößerung, bei den im Senckenberg-Museum in Frankfurt vermessenen Exemplaren mit ca. 50facher Vergrößerung verwendet. Jede Breitenmessung wurde dreimal an verschiedenen Tagen durchgeführt.

Unterschiede zwischen Mittelwerten wurden mit dem t-Test geprüft, dessen Ergebnis nach Sachs (1978, Tab. 27, S. 111) auf seine Signifikanz untersucht wurde.

Um die Schmelzbandbreiten unterschiedlich großwüchsiger Populationen vergleichen zu können, wurden sie nach Landry (1957) auf einen Schädel der Condylobasallänge von 35 mm bezogen:

$$Sb\ (35) = \frac{35}{Cbl_x} \times Sb_x$$

(Sb = Schmelzbandbreite, Sb (35) = Schmelzbandbreite bezogen auf 35 mm Cbl; der Index x bezieht sich auf die betrachtete Population x. Alle Maße in mm).

[1]) British Museum (Natural History), London; Museo civico di storia naturale, Verona; Museum Alexander Koenig, Bonn; Senckenberg-Museum Frankfurt; Coll. H. Gemmeke, Münster; Coll. J. Niethammer, Bonn.

Ferner wurde der Schmelzband-Differenzierungs-Quotient (SDQ) nach Heinrich (1978) ermittelt:

$$SDQ = \frac{\text{Sb (hinten)}}{\text{Sb (vorn)}} \times 100$$

Weiterhin wurden die Zahnlänge und -höhe von 30 Ober- und 57 Unterkiefern eines Gewöllefundes aus der Bonner Population an den ersten und dritten Molaren bei den durch Abb. 3 definierten Stellen bestimmt. Zur Untersuchung der Beziehung zwischen Schädel- beziehungsweise Mandibellänge und der Zahnlänge sowie Zahnhöhe wurden Regressions- und Korrelationsanalysen (Reichstein 1963) vorgenommen.



Abb. 1: Geographische Verteilung der untersuchten Populationen von *Arvicola*. 1. Shropshire, Shrawardine (Großbritannien), 2. Jork und Glückstadt (Norddeutschland), 3. Bonn (Deutschland), 4. Trier (Deutschland), 5. Sombacour (Ostfrankreich), 6. Interlaken (Schweiz), 7. Liechtenstein, 8. Fehétrô (Ungarn), 9. Leini bei Turin (Norditalien), 10. Camigliatello (Süditalien), 11. Tatvan (Türkei), 12. Nordwestpersien, 13. Reinosa (Nordspanien), 14. Salamanca (Westspanien), 15. Villarréal de Alava (Nordspanien).

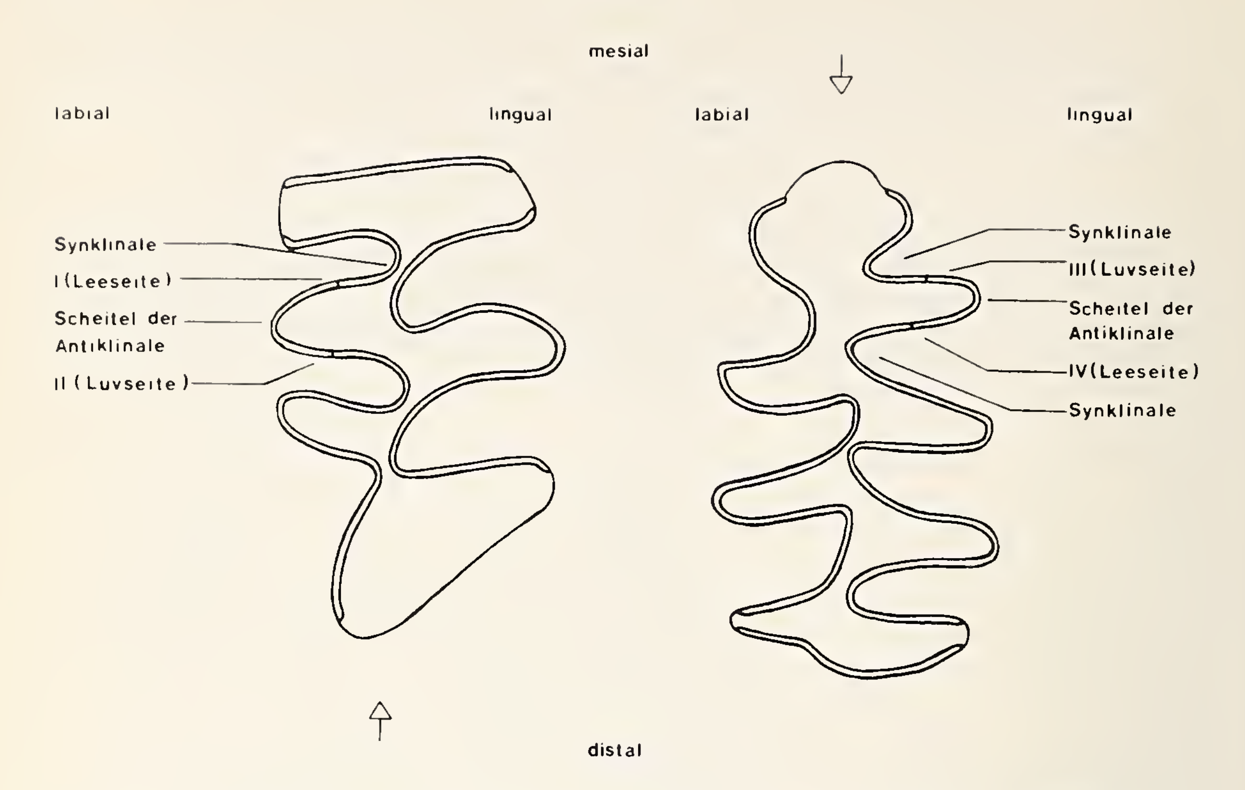


Abb. 2: Meßorte zur Bestimmung der Schmelzbandbreite an dem rechten M^3 (Meßpunkte I und II) und dem linken M_1 (Meßpunkte III und IV) von *Arvicola*. Die Pfeile weisen in Kaurichtung.

Tabelle 2: Schmelzbandbreiten von *Arvicola* an definierten Meßpunkten von M^3 und M_1 (vgl. Abb. 2), umgerechnet nach Landry auf 35 mm Condylobasallänge, und Schmelzband-Differenzierungs-Quotienten SDQ (Heinrich 1978).

Herkunft	Schmelzbandbreiten (µm) M^3 Lee	M^3 Luv	M_1 Luv	M_1 Lee	SDQ M^3	SDQ M_1
A. terrestris						
Großbritannien (Shropshire)	47	67	81	59	141,5	72,5
Norddeutschland (Jork, Glückstadt)	47	63	74	55	134,0	74,3
Westdeutschland (Bonn)	54	70	69	54	130,0	78,1
Westdeutschland (Trier)	55	72	76	57	131,4	75,7
Ostfrankreich (Sombacour)	48	67	74	48	139,1	65,7
Schweiz (Interlaken)	53	76	81	56	144,0	68,8
Liechtenstein	51	68	76	54	133,3	71,6
Ungarn (Fehétrô)	50	53	66	62	106,1	93,8
Norditalien (Turin)	61	66	79	74	107,5	94,2
Süditalien (Camigliatello)	57	54	67	66	94,3	98,4
Türkei (Tatvan)	65	49	56	71	75,8	124,6
Persien	79	54	61	82	67,5	134,4
Nordspanien (Reinosa)	50	73	79	58	146,8	73,3
A. sapidus						
Westspanien (Salamanca)	69	58	65	78	84,0	119,7
Nordspanien (Villarréal de Alava)	68	57	65	78	82,9	120,8

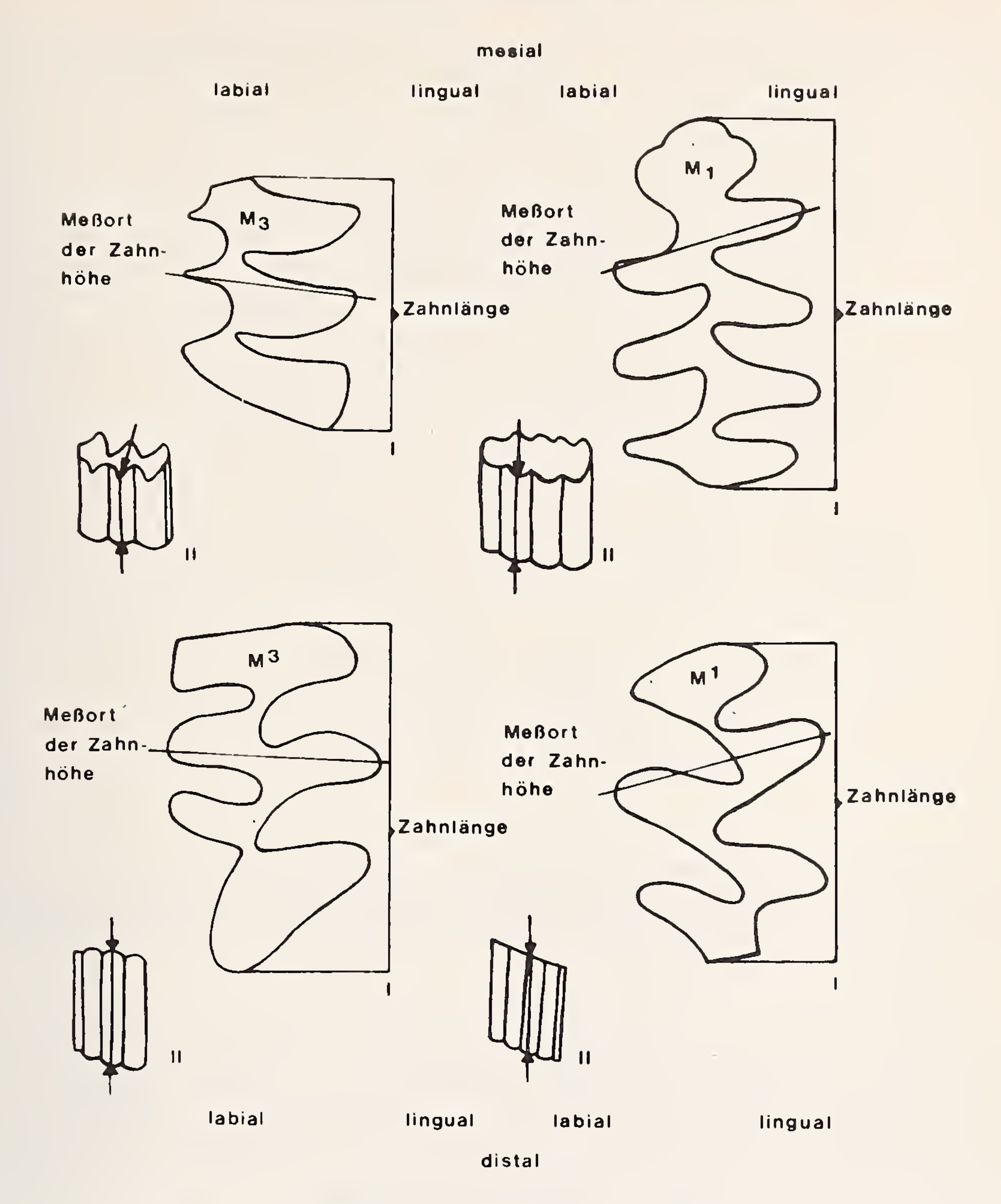


Abb. 3: Meßstrecken der Zahnlänge und Zahnhöhe an dem unteren linken M_3, dem unteren linken M_1, dem oberen rechten M^3 und dem oberen rechten M^1; I von okklusal, II von labial.

Ergebnisse

Schädellänge

Die Größe entspricht in ihrer geographischen Verteilung und im Vergleich der beiden Arten weitgehend den Angaben in der Literatur (Reichstein 1982). Als Ergänzung ist hervorzuheben, daß süditalienische Schermäuse mit nur 32,6 mm Condylobasallänge viel kleiner sind als norditalienische.

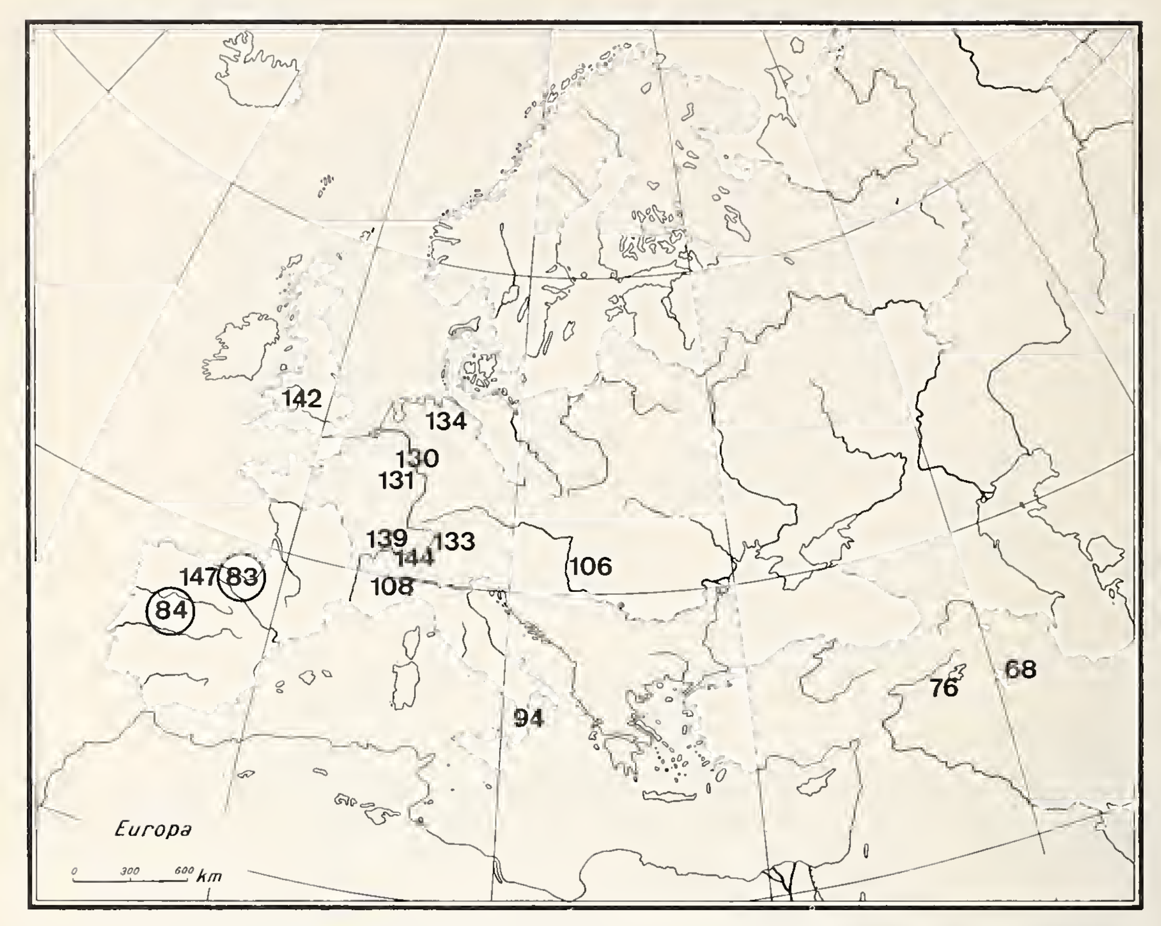


Abb. 4: Geographische Verteilung der SDQ-Werte bei *Arvicola* für die M^3, s. Tab. 2. Die Werte wurden auf ganze Zahlen aufgerundet. Die umrandeten Ziffern beziehen sich auf *Arvicola sapidus*, die übrigen auf *A. terrestris*.

Zahnlänge/Zahnhöhe und Schädel- bzw. Unterkieferlänge

Zwischen der Schädellänge beziehungsweise Mandibellänge und der Zahnlänge sowie der Zahnhöhe der ersten und dritten Molaren besteht eine positive Korrelation. Daraus ist zu schließen, daß mit zunehmender Schädelgröße und damit vorwiegend mit steigendem Alter auch Zahnlänge und Zahnhöhe zunehmen.

Schmelzdicke und Schädel- bzw. Unterkieferlänge

Es wurde eine positive Korrelation zwischen der Mandibellänge und der Schmelzbandbreite der unteren ersten Molaren, aber keine Korrelation zwischen der Schädellänge und der Schmelzdicke der oberen dritten Molaren nachgewiesen. Daraus folgt, daß mit zunehmendem Alter die Schmelzbänder der unteren Molaren breiter werden, die Schmelzbreiten der oberen Molaren aber nicht gleichsinnig zunehmen.

Schmelzdicke und Zahnlänge, Zahnhöhe

Die Korrelationsanalyse zeigt eine lineare Abhängigkeit zwischen der luvseitigen Schmelzdicke der unteren ersten Molaren und der Zahnlänge und Zahnhöhe, woraus



Abb. 5: Geographische Verteilung der SDQ-Werte bei *Arvicola* für die M_1, s. Tab. 2. Weitere Erklärungen wie in Abb. 4.

geschlossen werden kann, daß mit zunehmendem Alter die luvseitige Schmelzdicke im Gegensatz zu den übrigen Schmelzdicken breiter wird. Daraus ergibt sich außerdem, daß Jungtiere einen im Verhältnis zur Leeseite dünneren luvseitigen Schmelz besitzen als adulte. Aus diesem Grund habe ich aus der weiteren Analyse jüngere Individuen ausgeschlossen.

Schmelzdicke und Geschlecht

Für *Arvicola terrestris* von Interlaken (Schweiz) und für *Arvicola sapidus* aus Westspanien wurde nachgeprüft, ob in den Schmelzbändern ein Sexualdimorphismus besteht. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern waren jedoch nicht signifikant.

Schmelzdicke und Taxonomie

Die normierten Schmelzdicken sind an den längeren M_1 jeweils etwas größer als an den entsprechenden Stellen der M^3. Innerhalb der Unterarten von *Arvicola terrestris* sind die leeseitigen Schmelzbandbreiten am größten bei *Arvicola terrestris persicus* und *A. t. italicus* (61—82 μm) und schmal bei den britischen, norddeutschen, mitteleuropäischen und nordspanischen Schermäusen (47—62 μm). Die luvseitigen Schmelz-

bänder sind bei den schweizerischen und nordspanischen Molaren (73—81 μm), teilweise auch bei den britischen und norditalienischen Stichproben (66—81 μm) am breitesten. Die kleinsten Werte besitzen die asiatischen, süditalienischen und ungarischen Schermäuse (49—67 μm). Zusammenfassend kann hervorgehoben werden, daß die leeseitigen Bänder bei *A. terrestris* in Mitteleuropa dünn sind, die luvseitigen dick. Nach Südosten fortschreitend ändern sich die Breitenverhältnisse kontinuierlich und kehren sich schließlich um. Das Extrem ist im Iran erreicht.

Arvicola sapidus hat ähnlich dicke Schmelzbänder wie die vorderasiatischen *terrestris*, d. h. große leeseitige (68—78 μm) und kleine luvseitige Schmelzbreiten (57—65 μm).

Der geschilderte geographische Trend innerhalb *A. terrestris* wird besonders deutlich, wenn man die Heinrich-Indices (SDQ in Tab. 2, Abb. 4, 5) vergleicht. Sie nehmen für M^3 von ca. 130—140 % in Mitteleuropa auf etwa 70 % in Vorderasien ab und liegen in Spanien für *A. sapidus* bei ca. 80 %. Für den M_1 steigen sie innerhalb von *A. terrestris* in der gleichen Richtung von etwa 70—80 % in Mitteleuropa auf 130 % in Vorderasien und betragen bei *A. sapidus* etwa 120 %. Die geographisch intermediären Schermäuse aus Ungarn und Italien sind auch in ihren Indices (90—110 %) intermediär und belegen, daß sich innerhalb von *A. terrestris* die Schmelzdickenverhältnisse geographisch klinal in ähnlicher Weise von Vorderasien nach Westeuropa ändern, wie dies zeitlich vom Mittelpleistozän bis zur Gegenwart beobachtet wurde. *Arvicola sapidus* und die asiatischen *A. terrestris* sind dabei auf dem ursprünglichen Zustand stehengeblieben, die westeuropäischen *A. terrestris* haben sich von ihm am weitesten ent-

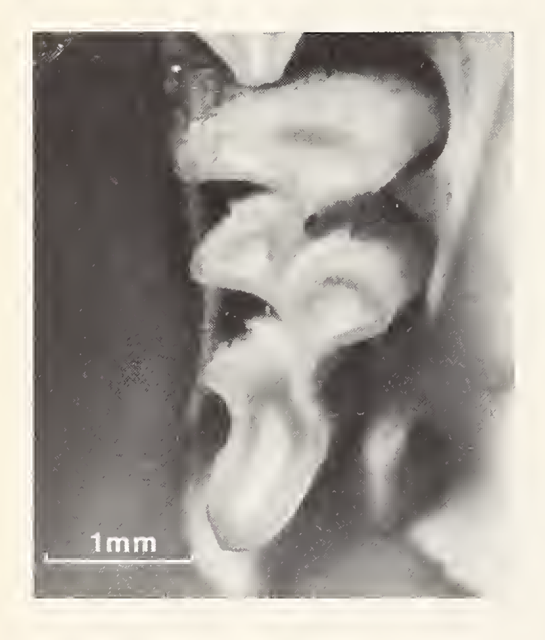




Abb. 6: Oberer rechter dritter und unterer linker erster Molar einer britischen *Arvicola terrestris* aus Shropshire.

fernt, die italienischen und ungarischen Schermäuse stellen einen intermediären Entwicklungszustand dar.

Diskussion

Um die Schmelzbandbreiten unabhängig von der Condylobasallänge vergleichen zu können, mußte diese zunächst für jede Population bestimmt werden. Dabei kam es auf den für die Population charakteristischen Wert an, als den ich den Mittelwert für die Adulten angesehen habe. Seine Zuverlässigkeit ist durch den wechselnden Umfang der Serien, unterschiedliche Fangzeiten und die richtige Abgrenzung erwachsener Individuen begrenzt. Dagegen spielt meinen Ergebnissen zufolge die Größe beziehungsweise das Alter sowie unterschiedliche Geschlechtszusammensetzung beim Vergleich der Dickenindices keine entscheidende Rolle. Meine Mittelwerte der Condylobasallänge sind etwas kleiner als die bei Reichstein (1963, 1982) ermittelten. Das könnte an einer unterschiedlichen Definition dieser Meßstrecke liegen. Die Größenbeziehungen zwischen den Arten und Populationen, die ich gefunden habe, stimmen dagegen mit den Angaben Reichsteins weitgehend überein.

Die auf eine einheitliche Größe normierten Schmelzdicken nach Landry (1957) setzen eine lineare Beziehung zwischen Schmelzbandbreiten und Schädellängen voraus, die aber nur in grober Näherung gelten dürfte. Dennoch vermitteln sie eine Vorstellung davon, welche Dicken sich bei einer Index-Verschiebung geändert haben. Sie zeigen zum Beispiel für die ähnlich großen *Arvicola terrestris* aus England und *A. sapidus*





Abb. 7: Oberer rechter dritter und unterer linker erster Molar einer westspanischen *Arvicola sapidus* aus Salamanca.

aus Spanien, die sich in den Breitenindices stark unterscheiden, daß die Schmelzdicken beider Seiten, in Luv und in Lee, verschoben worden sind (Abb. 6, 7). Der Schmelzband-Differenzierungs-Quotient (SDQ) ist nach Heinrich (1978) für M_1 bei der rezenten *Arvicola terrestris* kleiner als 100 %, bei der fossilen *A. cantiana* größer als 100 %. Nach der vorliegenden Untersuchung ist diese Aussage auf europäische *A. terrestris* zu begrenzen, und zumindest die vorderasiatischen Schermäuse sind davon auszunehmen. Gegen die Möglichkeit, daß es sich bei den Vorderasiaten um eine von *A. terrestris* verschiedene Art handelt, sprechen die intermediären Populationen in Italien und Ungarn. Die Verteilung führt zu der Annahme, daß sich innerhalb von *Arvicola terrestris* die mittel- und westeuropäischen Schermäuse gewandelt, die vorderasiatischen dagegen einen ursprünglicheren Evolutionszustand konserviert haben. Möglicherweise steht dieser Unterschied mit dem unterschiedlich ausgeprägten Klimawandel im Pleistozän in den beiden Gebieten in Einklang. In Mitteleuropa führte der Wechsel von Kalt- und Warmzeiten zu einem entsprechend drastischen Faunenwandel. In Vorderasien, besonders gut durch Tchernov (1975) für die Nagerfauna Israels dokumentiert, waren die Temperaturen offenbar viel ausgeglichener.

Die *cantiana*-Ausprägung bei *Arvicola sapidus*, deren rezente Verbreitung ungefähr mit dem kaltzeitlichen Refugium von *A. terrestris* in Südwesteuropa übereinstimmen dürfte, weist auf eine gleiche Korrelation: Die postglazial von *Arvicola* neu besiedelten Arealteile in Mittel- und Westeuropa wurden von einer morphologisch veränderten Form besetzt. Der phylogenetisch ältere Zustand blieb in solchen Gebieten bis heute erhalten, in denen wahrscheinlich ständig Schermäuse leben konnten.

Die SDQ-Werte bilden ein weiteres Merkmal, nach dem *A. terrestris* und *A. sapidus* in Frankreich und Spanien unterschieden werden können und das auch die artliche Verschiedenheit der in Größe und Lebensweise so ähnlichen *A. terrestris amphibius* aus England und *A. sapidus* aus Südwesteuropa untermauert.

Sicherlich sind mit den für *A. terrestris* typischen Schmelzdicken-Verhältnissen funktionelle Vorteile verknüpft. Worin diese aber bestehen, läßt sich aus der Betrachtung der Ernährungsweise rezenter Schermäuse nicht ableiten: *Arvicola sapidus* und *A. terrestris amphibius* leben rein aquatisch, d. h. sie sind an Wasserrandbiotope gebunden. Dagegen sind die *A. terrestris* der Mittelgebirge etwa in Deutschland und Spanien vom Wasser oft unabhängige Wühler. Hier ergibt der Vergleich aquatischer und terrestrischer *A. terrestris* also gleiche Schmelzbänder, der aquatischer *sapidus* und *terrestris* aber stark verschiedene. Immerhin scheinen folgende Beziehungen zu bestehen: Der *terrestris*-Typ ist mit beiden Ökotypen von *Arvicola* korreliert, der *cantiana*-Typ scheint hingegen an aquatische Formen gebunden zu sein. Zumindest gilt dies für *A. sapidus* ebenso wie für *Arvicola terrestris* im Iran (Lay 1967). Demnach könnte der abgeleitete Schmelztyp vielleicht doch als Anpassung an die Zähne stärker beanspruchende, weil mit Sand und anderen Bodenpartikeln verunreinigte, unterirdische Pflanzenteile als Nahrung angesehen werden, die einer Ernährung mit der schonenderen krautigen Nahrung an Wasserrändern nicht im Wege steht.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. J. Niethammer, Bonn, gilt mein Dank für die Überlassung des Themas, die Unterstützung bei der Durchführung und Auswertung der Arbeit sowie die Durchsicht des Manuskriptes. Herrn Prof. Dr. F. Pera, Münster, danke ich für die freundliche Übernahme des

Referates sowie die Durchsicht und Diskussion der Arbeit. Folgenden Damen und Herren verdanke ich die Ausleihe des Untersuchungsmaterials: Mrs. S. Angel, London; Dr. H. Felten, Frankfurt a. M.; Dr. H. Gemmeke, Münster; Dr. R. Hutterer, Bonn; Prof. Dr. J. Niethammer, Bonn; Dr. B. G. Osella, Verona. Weiterhin danke ich Frau Dr. Ch. Dötsch, Groningen, für die anregende Diskussion über die Probleme dieser Arbeit.

Zusammenfassung

An 15 Populationen von *Arvicola* wurde die geographische und zwischenartliche Variabilität der Schmelzbandbreiten der Molaren untersucht. Verglichen wurden die Schmelzdicken schließlich an je zwei definierten Meßpunkten (je eine Vorder- und Hinterkante) an M^3 und M_1. Zu einem ersten Vergleich wurden die Schmelzdicken auf Schädel gleicher Größe (Condylobasallänge von 35 mm) umgerechnet. Dabei ergab sich folgendes Bild: Innerhalb von *Arvicola terrestris* nehmen die Schmelzdicken der Lee-Seiten (der Kaurichtung abgewandt) von Westeuropa bis zum Iran ständig zu, die Luv-Seiten (in Kaurichtung gelegen) in gleicher Richtung ab. Der Quotient aus lee- und luvseitiger Schmelzdicke am M_1 nimmt von Westeuropa zum Iran zu. Dieser Quotient galt bisher als Unterscheidungsmerkmal zwischen der pleistozänen *Arvicola cantiana* und ihrer Folgeart, *A. terrestris*. In Wirklichkeit findet sich *terrestris*-Ausprägung nur in West- und Mitteleuropa, *cantiana*-Ausprägung auch heute noch in Vorderasien. *Arvicola sapidus* verhält sich in den Schmelzbandbreiten wie *A. cantiana* oder *A. terrestris* aus Vorderasien.

Literaturverzeichnis

Heinrich, W.-D. (1978): Zur biometrischen Erfassung eines Evolutionstrends bei *Arvicola* (Rodentia, Mammalia) aus dem Pleistozän Thüringens. — Säugetierk. Inform. 2: 3—21.

Koenigswald, W. von (1980): Schmelzstruktur und Morphologie in den Molaren der Arvicolidae (Rodentia). — Abh. senckenb. naturforsch. Ges. 539: 1—129.

Kratochvíl, J. (1981): *Arvicola cantiana* vit-elle encore? — Folia Zoologica 30: 289—300.

Landry, S. O. (1957): Factors affecting the procumbency of rodent upper incisors. — J. Mamm. 38: 223—234.

Lay, D. M. (1967): A study of the mammals of Iran. — Fieldiana: Zoology 54: 1—282.

Niethammer, J. & F. Krapp (Hrsg.) (1978): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 1. — Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.

Reichstein, H. (1963): Beitrag zur systematischen Gliederung des Genus *Arvicola* Lacépède 1799. — Z. zool. Syst. Evolutionsforsch. 1: 155—204.

— (1982): Gattung *Arvicola* Lacépède, 1799 — Schermäuse. In: Niethammer, J. & F. Krapp (Hrsg.): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 2/I, Nagetiere II. — Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 209—252.

Röttger, U. (1986): Schmelzbandbreiten an Molaren der Gattung *Arvicola* Lacépède, 1799. — Med. Dissertation, Bonn.

Sachs, L. (1978): Angewandte Statistik. Statistische Methoden und ihre Anwendungen. — Springer Verlag, 5. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York.

Tchernov, E. (1975): Rodent faunas and environmental changes in the Pleistocene of Israel. In: Prakash, I. & P. K. Ghosh (Eds.): Rodents in desert environments. — W. Junk, The Hague, 331—362.

Dr. Ursula Röttger, Bahnhofstr. 29, D-4054 Nettetal 2.